(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

УДК: 550.34 10.70769/3030-3214.SRT.3.2.2025.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКЦИИ ГРУНТОВ НУРАФШАНА НА СЕЙСМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Тешаева Рухсора Баходир кизи
Младший научный сотрудник Института сейсмологии Академии наук, Ташкент, Узбекистан
E-mail: teshaeva.ruhsora.93@bk.ru
ORCID ID: 0009-0005-5838-5067

Аннотация. *В статье представлены результаты полевых исследований, проведенных на территории Нурафшана, в рамках инженерно-сейсмологического обоснования генерального плана развития города. Геофизические и инженерно-геологические изыскания были направлены на оценку влияния грунтовых условий на параметры сейсмической интенсивности. На основе полученных данных выполнены расчеты пиковых ускорений на свободной поверхности с использованием программы «STRATA». Обобщение полевых и лабораторных инженерно-геологических данных позволило составить разрезы и карту инженерно-геологического районирования города Нурафшан, что способствует уточнению сейсмических характеристик территории и повышению надежности проектных решений в области градостроительства.*
Ключевые слова: *инженерно-геологические условие, программа Strata, КМПВ, MASW, модели грунтовых условий, спектр реакции грунтов.*

NURAFSHON SHAXRI GRUNTLARINING SEYSMIK TA’SIRINI MODELLASHTIRISH

Teshayeva Ruxsora Bahodir qizi
Kichik ilmiy hodim, Fanlar Akademiyasi Seysmologiya istituti, Toshkent, O‘zbekiston

Annptatsiya. *Maqolada shaharni rivojlantirish bosh rejasini muhandislik-seysmologik asoslash doirasida Nurafshon hududida olib borilgan dala tadqiqotlari natijalari keltirilgan. Geofizik va muhandislik-geologik tadqiqotlar grunt sharoitining seysmik intensivlik parametrlariga ta'sirini baholashga qaratilgan. Olingan ma'lumotlarga asoslanib, STRATA dasturi yordamida erkin sirtdagi eng yuqori tezlanishlarni hisoblash amalga oshirildi. Dala va laboratoriya muhandislik-geologik ma'lumotlarini umumlashtirish Nurafshon shahrini muhandislik-geologik rayonlashtirish bo'limlari va xaritasini tuzish imkonini berdi, bu hududning seysmik xususiyatlarini aniqlashtirishga va shaharsozlik sohasida loyiha echimlarining ishonchliligini oshirishga yordam beradi.*
Kalit so‘zlar: *muhandislik-geologik sharoitlar, qatlamlar dasturi, KMPV, MASW, grunt sharoitlari modellari, grunt reaktsiyalari spektri.*

MODELING THE RESPONSE OF NURAFSHAN SOILS TO SEISMIC IMPACT

Teshaeva Rukhsora Bahodir kizi
Junior Researcher, Institute of Seismology of the Academy of Sciences, Tashkent, Uzbekistan

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

Abstract. *The article presents the results of field studies conducted in the territory of Nurafshan, as part of the engineering and seismological substantiation of the general plan for the development of the city. Geophysical and engineering-geological surveys were aimed at assessing the influence of soil conditions on the parameters of seismic intensity. Based on the data obtained, peak accelerations on the free surface were calculated using the STRATA program. Generalization of field and laboratory engineering-geological data made it possible to compile sections and a map of engineering-geological zoning of the city of Nurafshan, which helps to clarify the seismic characteristics of the territory and increase the reliability of design solutions in the field of urban development.*
Keywords: *engineering-geological conditions, Strata program, KMPV, MASW, soil conditions models, soil reaction spectrum.*

Введение. Город Нурафшан расположен в 30 км к югу от г.Ташкента столицы Республики Узбекистан. По указу Президента Республики Узбекистан № УП-6119 от 27 ноября 2020 года, для территории города Нурафшана должен быть разработан генеральный план на период развитие до 2025 года. С этой целью проводится инженерно-геологические и сейсмологические изыскания для определения инженерно-геологических условий территории города. Территория г. Нурафшан имеет некоторые специфические особенности. Большое распространение имеют лессовые грунты, супеси, песчаники, галечники, в которых сейсмические волны распространяются по-разному, имеют различные скорости прохождения, различные частоты, ускорения и т.д. Поэтому очень важно активизировать научные исследования в области влияния грунтовых условий на сейсмичность строительных площадок.

Основным понятием, определяющим особенности инженерно-сейсмологических изысканий, является модель сейсмогрунтовых условий. К этому понятию относятся все локальные особенности геологической обстановки, определяющие специфику сейсмических воздействий, их амплитуды и спектральный состав. [1].

Методика исследования. Предлагается метод моделирование сейсмогрунтовых условий для оценки сейсмичности строительных площадок, в котором изучаются реальные инженерно-геологические и геофизические показатели грунтов, определяется влияние грунтовых условий на параметры сейсмических колебаний при реальных воздействиях сильных землетрясений.

Для решения задач оценки сейсмичности территории использовалось программа STRATA с учетом инженерно-геологических условий. Были взяты действительные акселерограммы двух землетрясений.

Далее были собраны материалы, характеризующие инженерно-геологических и сейсмических свойств грунтов (по фондовым материалам и результатам комплексных геофизических исследований проведенных методами сейсморазведки КМПВ, MASW, и также были изучены физико-механические свойства грунтовой толщи для 30 метров), имеющие распространения на территории г. Нурафшана. Расчеты приращения сейсмической интенсивности произведены по совокупности сейсмических жесткостей грунтов, положения уровня грунтовых вод и резонансных свойств грунтов.

Алгоритм действий при решении задач, связанных с разработкой сейсмогрунтовых моделей, делится на 3 этапа. (рис.1)

1-этап. Сбор и систематизация материалов.

2-этап. Анализ данных и обработка материалов различными программами.

3-этап. Обобщение результатов.

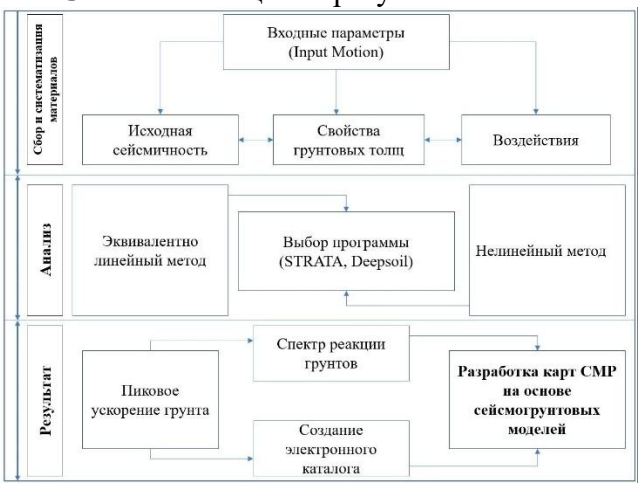

Рис. 1. Алгоритм действий разработки сейсмогрунтовых моделей.

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

Анализ. В геоморфологическом отношении исследуемая территория приурочена к равнинной части Чирчик-Ахангаранской депрессии. Исследуемая территория расположена на поверхности IV, III и II террас Чирчик-Ахангаранского бассейна [4]. Абсолютные отметки поверхности земли изменяются от 395 до 415 м в северо-восточной части территории и от 410 до 420 м в южной части. В основании исследуемой толщи на глубинах 260-270 м залегают каменные лессы, условно отнесенные к нерасчлененной толще верхненеогеновых и нижнечетвертичных отложений.

Сохский комплекс (Q_I^{sh}) представлен валунно-галечниками с прослоями песчаников и каменных лессов. мощность сохских отложений составляет 60-140 м. Ташкентский комплекс (Q_{II}^{ts}) представлен лессовидными суглинками, подстилаемыми валунно-галечниковыми отложениями. Мощность достигает 114-133 м. Голодностепский комплекс (Q_{III}^{gl}) слагает III террасу р.Ахангаран, получившую наибольшее развитие в пределах исследуемого района. Отложения Q_{III}^{gl} представлены суглинками, реже супесями с прослоями песка и гравийно-галечника. С глубины 10-15 м и более залегают галечники. Сырдарьинский комплекс (aQ_{IV}^{sd}) слагает II надпойменную террасу рек Чирчик и Ахангаран, занимающую северо-западную часть исследуемой территории. Отложении представлены лессовидными суглинками, подстилаемыми с глубины 8,0-9,0 м галечниковыми грунтами [3].

По лабораторным данным в пределах толщ сырдарьинского и голодностепского комплексов выделено 4 слоя глинистых грунтов:

Слой 1 – глинистые грунты, влажные, залегающие выше уровня подземных вод. Плотность грунта этого слоя составил 1.49 т/м^3, Пористость 47.6%, предел текучести 24.5.

Слой 2 – глинистые грунты водонасыщенные, залегающие ниже уровня подземных вод, мягкопластичные-текуче пластичные, слабые. Плотность грунта этого слоя составил 1.56 т/м^3, Пористость 41.4%, предел текучести 26.4.

Слой 3 – глинистые илы, высокопористые, текучепластичные, слабые, гумусированные. Плотность грунта 1.27 т/м^3, Пористость 53.4 %, предел текучести 39.8.

Слой 4 – торфы, состоящие на 60% из органических веществ. Плотность грунта 1.08 т/м^3, Коэффициент пористости 4.

В толще глинистых грунтов ташкентского комплекса выделено 2 слоя:

Слой 5 - маловлажные и влажные лессовидные просадочные грунты. Плотность грунта 1.64 т/м^3.

Слой 6 - водонасыщенные суглинки и супеси, залегающие в зоне переменного увлажнения. Плотность грунта 1.96т/м^3.

Кроме того, здесь имеют место песчаные грунты с плотностью 1,98 т/м^3- слой 7 и крупнообломочные, представленные галечниками с плотностью 2.01 т/м^3- слой 8 [4].

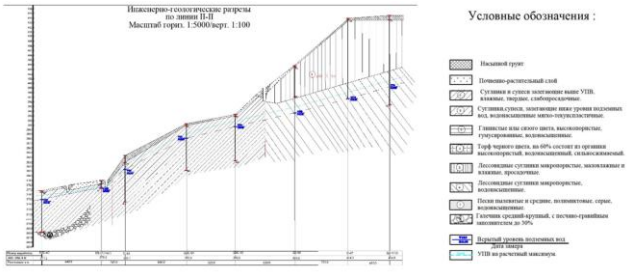

Рис.2. Инженерно-геологический разрез г. Нурафшана.

Результат. Сейсморазведка методом КМПВ и MASW выполнена по пяти разрезам. Она направлена на изучение скоростных характеристик литологических типов грунтов, слагающих основании территории города Нурафшана. В результате обработки данных сейсморазведочных работ были получены зависимости Vs(z) и глубинно-скоростные модели по профилю 1 (рис 2-3) и профилю 2 (рис. 4-5). Значения Vs представлены в таблице 1.

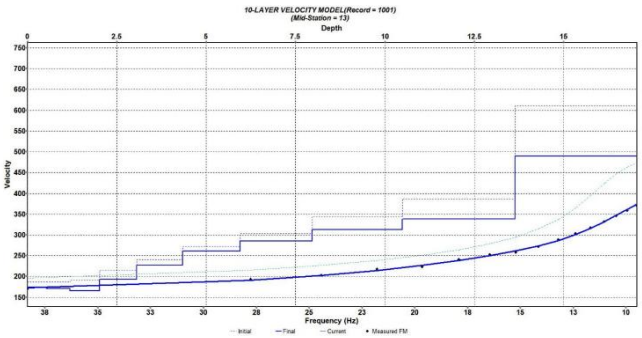

Рис.3. Скоростная модель поперечных волн по MASW. Профиль 1.

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

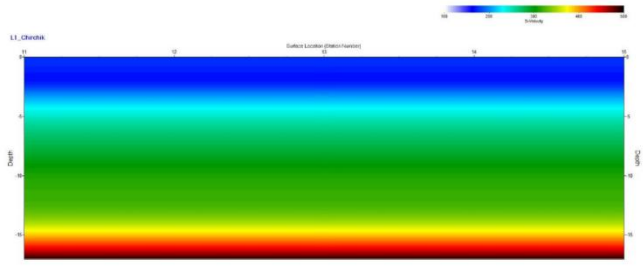

Рис.4. Глубинно-скоростная модель поперечных волн по MASW. Профиль 1.

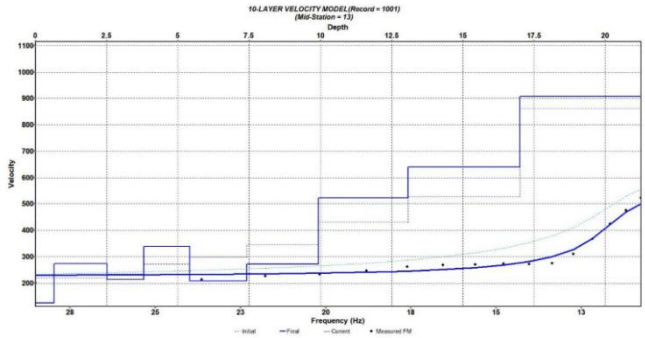

Рис.5. Скоростная модель поперечных волн по MASW. Профиль 2.

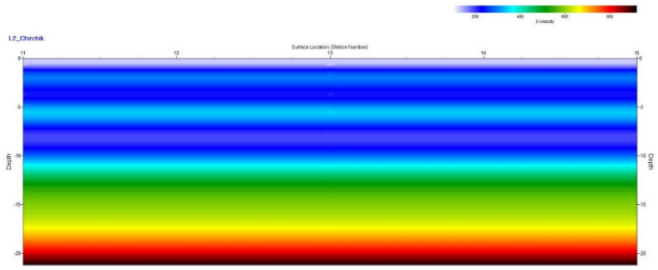

Рис.6. Глубинно-скоростная модель поперечных волн по MASW. Профиль 2.

Таблица 1.

Результаты регистрации значении скорости поперечных волн по глубине

Профиль 1		**Профиль 2**	
Глубина, м	Vs, м/с	Глубина, м	Vs, м/с
-0,529	173,732	-0,659	125,01
-2,19	170,581	-1,483	272,882
-4,016	165,852	-2,513	273,321
-5,049	193,511	-3,8	213,827
-9,34	226,46	-5,409	338,355
-12,954	260,918	-7,42	207,982
-17,971	285,252	-9,934	271,374
-23,493	312,981	-13,076	521,884
-27,645	338,435	-17,004	639,859
-31,056	489,834	-21,255	907,785

На основе полученных глубинно-скоростных моделей были рассчитан параметр Vs30 (таблица 2), равный среднему значению скорости распространения поперечных волн в 30-метровой толще.

Таблица 2.

Vs30 для каждой точки наблюдений

№	Профиль 1	Профиль 2
Vs30, м/с	264,18	331,17

Далее приводились образцы H/V спектра пунктов регистрации 1-11. По обработке сводные данные по приращению сейсмической интенсивности различными методами получили следующие результаты:

Таблица 3.

Результаты оценки прироста сейсмической интенсивности по спектрам H/V в пунктах регистрации 1–11

Пункт регис-трации	**Fo**	**HVSR**	**dJ по HVSR**	**dJ по отношению спектра микросейсм**	**dJ среднее**	**Макс. J, баллы**
1	2,6	3,3	0,47	-	+0,0	7,0
2	5,2	3,5	0,45	0,48	+0,0	7,0
3	5,2	3,4	0,59	0,67	+1,0	8,0
4	5,2	3,3	0,47	0,39	+0,0	7,0
5	5,1	3,2	0,37	0,48	+0,0	7,0
6	5,2	4,4	0,78	0,84	+1,0	8,0
7	5,2	3,4	0,47	0,22	+0,0	7,0
8	5,2	3,4	0,51	0,48	+0,0	7,0
9	5,2	3,8	0,67	0,60	+1,0	8,0
10	4,7	3,2	0,29	0,47	+0,0	7,0
11	5,2	4,4	0,49	0,88	+1,0	8,0

Таблица 4.

Модель сейсмогрунтовых условий для 9-точки г.Нурафшана

Слои	**Описания литологи-ческого состава грунтов**	**Мощ-ность слоя**	**Плот-ность грунта**	**Скорость попе-речной волны**	**Vs30**	**PGA**
1	глинистые грунты	3.00	1,49	173.00	331,17	0.23
2	глинистые грунты	5.00	1,56	165.00		
3	глинистые илы	4.00	1,27	193.00		
4	торфы	3.00	1,08	125.00		
5	Лессовидные грунты	10.00	1,64	226.00		
6	песчаные грунты	2.00	1,96	285.00		
7	Галечники и гравий	4.00	1,98	338.00		
8	Галечники и гравий	6.00	2,01	489.00		

На основании эквивалентно линейного подхода в 11 точках наблюдении разработаны сейсмогрунтовые модели на программе STRATA. При разработке сейсмогрунтовых моделей использованы результаты сейсмо-разведки, т.е. изменения Vs30 в пространстве. В

(E) ISSN: 3030-3214
Volume 3, № 2
2025

результате моделирования были рассчитаны графики изменения пикового ускорения и спектра реакции грунтов с глубиной. Значение пикового ускорение на дневной поверхности при исходной сейсмичности 0,17 g [2] территории г.Нурафшана представленных точек изменяется от 0,22 g до 0,41g. Ниже представляется пример моделей сейсмогрунтовых условий.

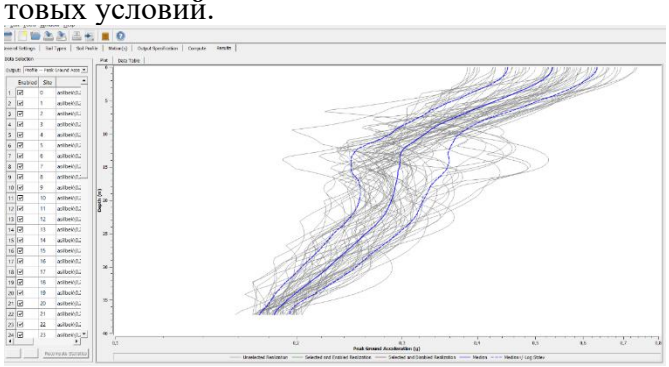

Рис.7. График пикового ускорения для 7-точки г.Нурафшана.

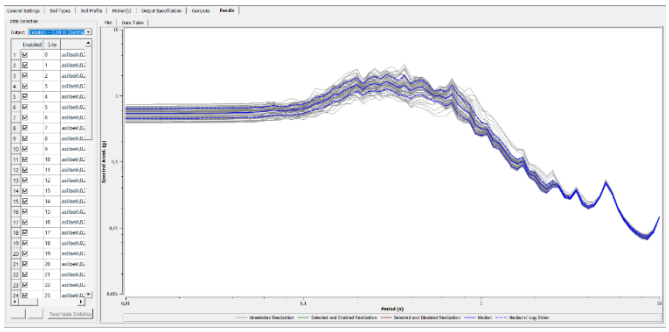

Рис.8. График спектра реакции грунтов для 7-точки г.Нурафшана.

Вывод. На основании проведенных исследований можно сделать следующие вывод об особенностях инженерно-сейсмологических условиях территории г.Нурафшана: территории г. Нурафшана и прилегающей площади выделяется две зоны:

- с приращением сейсмических интенсивности 0 балла относительно опорной/реперной сейсмической станции (7 баллов для вероятности 95% не превышения в течение 50 лет);

- с приращением сейсмической интенсивности +1 (8 баллов для вероятности 95% не превышения в течение 50 лет);

Зона с приращением 0 (7 баллов) занимает площадь с северной части города Нурафшана и простирается далее в южном направлении до поселка Янгихаят. Зона приращением +1 (8 баллов) располагается в северо-восточной, южной и юго-западной частях территории. Увеличение балльности здесь связано с мощным слоем осадочных пород с низкими значениями скоростей упругих волн, а также со значительной трансформацией рельефа и наличием геологических процессов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешин А.С. Макросейсмические основы сейсмического микрорайонирования// Вопросы инженерной сейсмологии. 2011. Вып. 38 №4. С 15-28.
2. Артиков Т.У., Ибрагимов Р.С., Зиуаудинов Ф.Ф.,//Сейсмическая опасност территории Узбекистана. Фан, 2012,Ташкент.
3. Исмаилов В.А. Анализ результатов лабораторных и полевых исследований сейсмических свойств лессовых пород// Вестник ТашГТУ.- Ташкент: ТашГТУ, 2016. - № 2. – С. 203-209.
4. Нурмухамедов К.Ш. Региональная шкала приращения сейсмической балльности территорий для грунтовых условий Чирчик-Ахангаранской бассейна// Проблемы сейсмологии в Узбекистане № 2. – Ташкент, 2005. – С. 244-254.